

Prof. Dr. Ing. habil. Oldrich Polach

Berater und Gutachter

Spezialist für Schienenfahrzeugtechnik, Fahrzeugdynamik und Rad/Schiene-Kontakt

Schwanenfelsstrasse 12, 8212 Neuhausen am Rheinfall, Schweiz

Tel.: +41 76 470 05 31

Email: o@polach.ch

Oponentní posudek habilitační práce pana Ing. Tomáše Michálka, Ph.D.

„Simulační ověřování přínosu inovativních technologií v pojezdu železničních vozidel“

Předložená habilitační práce pana Ing. Tomáše Michálka, Ph.D. se zabývá inovacemi v pojezdech železničních vozidel a ověřováním jejich přínosů pomocí počítačových simulací. Práce je vysoce aktuální, neboť využívání počítačových simulací metodou dynamiky systému tuhých těles umožňuje zlepšení a urychlení vývoje železničních vozidel, snížení rozsahu jejich zkoušek a tím i nákladů na vývoj a konstrukci nových i přestavby stávajících vozidel.

Habilitační práce se skládá z vlastní textové části a 14 příloh. Habilitační přílohy obsahují práce vytvořené autorem v daném tematickém okruhu v posledních letech. Kromě jedné zprávy a jednoho užitého vzoru jsou to publikace v renomovaných časopisech *Vehicle System Dynamics*, *Applied and Computational Mechanics* a dalších, jako i příspěvky na mezinárodních konferencích či konferencích s mezinárodní účastí. Textová část habilitační práce tyto jednotlivé publikace doplňuje a zasazuje do širšího rámce.

Úvodní kapitola práce poukazuje na pomalý rozvoj techniky kolejových vozidel a omezené inovace v této oblasti. Tento nedostatek je motivací uchazeče. Habilitační práce uvádí vybrané možnosti inovací a hodnotí jejich přínos v provozu kolejových vozidel.

Vlastní habilitační práce se tematicky věnuje třem oblastem. První oblast, obsažená ve druhé kapitole habilitační práce, se zabývá simulačními výpočty pohybu kolejových vozidel metodou dynamiky soustav tuhých těles. Kapitola nejprve uvádí přehled současného stavu v této oblasti. Následuje stručný popis programového systému SJKV, který představuje nástroj vytvořený a používaný na Dislokovaném pracovišti Dopravní fakulty Jana Pernera Univerzity Pardubice pro simulaci dynamiky soustavy tuhých těles v oblasti kolejových vozidel. Uchazeč tento simulační program vyvíjí a využívá pro svou vědeckou a výzkumnou práci a v roce 2018 vytvořil v rámci řešení projektu Centra kompetence drážních vozidel akademickou licenci tohoto programového systému. Zvláštní pozornost je věnována

využití výsledků simulačních výpočtů při schvalování železničních vozidel. Uchazeč tuto problematiku podrobně rozebírá a na základě vlastních zkušeností ilustruje problematické aspekty validace simulačního modelu.

Třetí kapitola habilitační práce se zabývá modelováním inovativních technologií v pojezdu vozidel. Autor tuto problematiku ilustruje na rozboru několika inovativních technologií, na jejichž vývoji se podílel. První ze zmíněných inovací je zcela nový systém pohonu lokomotivy, tzv. kyvný pohon. Jedná se o přímý (bezpřevodovkový) individuální pohon dvojkolí plně vypruženými asynchronními trakčními motory. Uchazeč v rámci simulace této inovativní techniky zkoumal vliv různých parametrů, jako je tuhost vedení dvojkolí, příčná tuhost závěsů uvolněného pohonu a charakteristika tlumičů vrtivých pohybů podvozku na jízdní vlastnosti vozidla.

Další práce uchazeče se týkají využití flexi-coil pružin v sekundárním vypružení lokomotivních podvozků s prověřením vlivu naklápěcích pryžokovových podložek na horizontální tuhostní charakteristiky vypružení. V následujících částech třetí kapitoly se autor zabývá aktivními systémy natáčení podvozků a systémy aktivního radiálního stavění dvojkolí. Autor habilitace věnuje mimořádnou pozornost limitům těchto aktivních systémů při snižování poškozujících účinků jízdy vozidla na trať, zejména problematice průjezdu vozidla S-obloukem. Pro potřeby kvantitativního posouzení vlivu jednotlivých základních konstrukčních parametrů vozidla na velikost špičky vodící síly autor odvodil definici tzv. ekvivalentní vodící síly, která umožňuje posouzení příčného silového působení vozidla na kolej při průjezdu S-obloukem bez nutnosti provádět simulační výpočty.

Uchazeč se dále věnuje modelování systémů semiaktivně řízených tlumičů v pojezdu kolejových vozidel. Jedním ze zkoumaných využití této inovativní technologie je její aplikace u tlumičů vrtivých pohybů podvozků elektrické lokomotivy pro zvýšení jízdní stability. Další prezentované projekty uvažují použití semiaktivně řízených tlumičů za účelem zlepšení jízdního komfortu, a to jak v příčném, tak ve vertikálním sekundárním vypružení hnacího vozu elektrické jednotky. Autorem práce je řešena tvorba simulačního modelu a realizace simulačních výpočtů jízdy vyšetřovaného vozidla s cílem nalézt optimální charakteristiky semiaktivně řízených sekundárních tlumičů a ověřit funkčnost navržených algoritmů řízení. Řešení projektu si vyžádalo zpřesnění simulačního modelu vyšetřovaného vozu na základě změřených charakteristik vyrobené sady tlumičů a testů svislého sekundárního vypružení na zkušebním stavu. Nově vytvořený model vykazuje podobnou závislost svislé tuhosti na zatěžovací frekvenci jako reálné vypružení i vnitřní tlumení, jehož velikost se taktéž mění s proměnnou zatěžovací frekvencí.

Čtvrtá kapitola habilitační práce je věnována tématu zpoplatnění železniční dopravní cesty v závislosti na úrovni poškozujících účinků jízdy vozidla na kolej. Toto téma je ve vztahu k praktickému uplatnění inovativních technologií v pojezdu železničních vozidel velmi významné, zejména v případě, kdy tyto technologie slouží ke snižování intenzity poškozujících účinků vozidla na trať. Autor uvádí a

hodnotí tři systémy zpoplatnění, které byly implementovány u správců infrastruktury ve Velké Británii, Rakousku a Švýcarsku a které zohledňují úroveň poškozujících účinků jízdy vozidla na infrastrukturu.

K předložené práci bych chtěl požádat autora habilitace o vysvětlení, případně zodpovězení těchto otázek:

- Aktivní systémy zkoumané v kapitole 3 používají jako vstup měřené veličiny jako např. zrychlení nebo výchylka. Tyto měřené signály je třeba filtrovat, aby nedocházelo k nesprávné reakci aktuátoru. Jak jste tento vliv zohlednil ve Vašich výzkumech?
- V kapitole 3.4 používáte vodící sílu Y jako kritérium pro posouzení přínosu aktivního radiálního stavění dvojkolí při průjezdu obloukem koleje. Jaká další kritéria umožňují posoudit jízdu vozidla v oblouku a v jakém vztahu jsou podle Vašeho názoru tato kritéria k vodící síle Y ?
- V kapitole 3.6.1 vyšetřujete semiaktivně řízené tlumiče vrtivých pohybů podvozku. Řízení tlumiče vrtivých pohybů podvozku vyžaduje rozlišování mezi vrtivým pohybem podvozku v přímé trati a natáčením podvozku vůči skříní vozidla při vjezdu do oblouku. Jak je toto rozlišování řešeno při řízení tlumičů ve zmíněném projektu?
- Hodnocení jízdního komfortu vozidla se semiaktivně řízenými tlumiči v kapitole 3.6.2 vychází ze simulace jízdy vozidla v přímé koleji horší kvality. Jakým způsobem a jakými parametry definujete horší kvalitu nerovností trati?

Závěr:

Předložená habilitační práce je původní a je zpracována na vysoké odborné úrovni. Autor využívá nejmodernější odborné poznatky a prokazuje vysokou úroveň znalostí simulačních metod a programů dynamiky kolejových vozidel. Obsah práce odpovídá oboru habilitace a je aktuální z pohledu současného stavu vědního oboru Dopravní prostředky a infrastruktura. Výsledky obsažené v habilitační práci byly publikovány na vědecké úrovni v renomované recenzované vědecké a odborné literatuře.

Ing. Tomáš Michálek, Ph.D. prokazuje vysoké znalosti a schopnosti v oblasti vývoje a aplikací simulačních programů kolejových vozidel a jejich využití pro vývoj a posuzování inovativních technologií v konstrukci kolejových vozidel, jakož i jako i při posuzování ekonomických ukazatelů, jako jsou systémy zpoplatnění železniční cesty. Ve svých pracích uvádí nejen výsledky simulačních výpočtů, ale také analýzy vedoucí ke zjednodušeným modelům a charakteristickým parametrům vhodným pro posuzování železničních vozidel. Autorovy publikace v renomovaných recenzovaných vědeckých časopisech světové úrovně, jako je časopis *Vehicle System Dynamics*, dokládají vysokou vědeckou úroveň a kvalitu práce uchazeče.

Dosavadní pedagogická činnost pana Ing. Tomáše Michálka, Ph.D. při garantování předmětů, vedení přednášek a cvičení, vedení bakalářských a diplomových prací i tvorbě skript a studijních materiálů dokazují jeho velmi dobré pedagogické schopnosti. To potvrzuje i pozvání jako přednášejícího na mezinárodní letní školu pro doktorandy a absolventy vysokoškolského studia „Rolling Stock Summer School“ v roce 2023 v Lecco, Itálie.

Uváděné práce uchazeče a jeho publikační činnost potvrzují, že se jedná o pracovníka s výraznými vědecko-pedagogickými předpoklady. Předložená habilitační práce, dosavadní činnost uchazeče, odezva na jeho publikované práce a jeho vědecká a pedagogická způsobilost podle mého názoru odpovídají požadavkům habilitačního řízení. Po zhodnocení předložené habilitační práce a další výzkumné, odborné a pedagogické činnosti mohu konstatovat, že pan **Ing. Tomáš Michálek, Ph.D.** **splňuje požadavky habilitace** v oboru Dopravní prostředky a infrastruktura.

Neuhausen am Rheinfall, 2. 9. 2024